

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO

CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

ARIANE MARIA ARLINDO DE SOUZA

O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO  
ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ouro Preto

2015

ARIANE MARIA ARLINDO DE SOUZA

O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO  
ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Licenciado, pelo  
Curso de Química da Universidade  
Federal de Ouro Preto - UFOP

Orientador: Marcos Moraes Calazans

Ouro Preto

2015

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Título:** O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

**Aluno:** Ariane Maria Arlindo de Souza

**Orientador:** Marcos Moraes Calazans

**Primeiro Semestre de 2015**

Este trabalho foi defendido e aprovado em sessão pública realizada no dia 13 de julho de 2015, na sala de seminários do Departamento de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química, perante a seguinte comissão examinadora:

---

**Prof.<sup>a</sup> Clarissa Rodrigues**  
**Professora Supervisora**

---

**Prof.<sup>o</sup> Marcos Moraes Calazans**  
**Professor Orientador**

---

**Prof. Nilmara Braga Mozzer**  
**Professora Examinadora**

**Ouro Preto**  
**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por guiar meu caminho.

Aos meus pais, Miria e Admir, pois sem eles nada disso seria possível, pela confiança e incentivo e por sempre estarem me apoiando em todos os meus passos e principalmente pelos valores e princípios ensinados. À tia Fátima, tio Luiz, Tia Mary, Mari, Vó Diva pelo apoio constante. A minha irmã Aline pela convivência de morarmos juntas, por fazer grande parte desse processo através de seus ensinamentos, brigas, sorrisos, pelos momentos difíceis e por me aguentar.

Ao professor Dr. Rodrigo Fernando Bianchi por disponibilizar o espaço do LAPPEM.

A professora Dra. Giovana Ribeiro Ferreira pela colaboração, discussões e ideias para que esse trabalho fosse realizado.

Aos meus colegas da Química Licenciatura pelas trocas de experiências, pela convivência, momentos difíceis e principalmente pelos momentos alegres.

A Stella, estagiária e colega de curso pela companhia e troca de informações dos registros realizados em sala de aula.

Ao Professor Klinger, pela disponibilizar sua sala de aula para que as aulas fossem realizadas.

A direção da Escola Estadual de Ouro Preto por proporcionar a realização desse trabalho.

À Professora. Dra. Nilmara Braga Mozzer pelas ideias iniciais desse trabalho e aos outros mestres pelos ensinamentos.

Ao Professor Marcos Moraes Calazans pela orientação, aprendizado, paciência e auxílio em todas as etapas desse trabalho.

## RESUMO

Neste trabalho analisamos uma intervenção que propunha, a partir dos pressupostos da abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade, usar o laboratório de pesquisas em ciências dos materiais como mediação no ensino do conceito de radiação. Investigamos como a realização de uma atividade investigativa auxilia no processo de ensino e aprendizagem ao estabelecer como problema a exposição do corpo humano à radiação. A metodologia de ensino elaborada juntamente com o professor propunha uma visitação ao laboratório de pesquisa de materiais na Universidade Federal de Ouro Preto como atividade investigativa. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em uma Escola Estadual no município de Ouro Preto-MG com uma turma do 1º ano do Ensino Médio. A partir da análise das produções escritas dos alunos, observações, anotações em caderno de notas e entrevista com professor, concluímos que o uso do laboratório como mediação, a partir dos pressupostos da abordagem CTS no ensino de ciências, pôde contribuir para promover a motivação e o dialogo nas aulas de química. Apesar das limitações da intervenção apresentadas e discutidas no trabalho, percebeu-se o seu potencial no sentido de despertar o interesse e engajar os alunos, provocar reflexões sobre a natureza da ciência e sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia tornando o conteúdo menos abstrato e fazê-los perceberem a importância do estudo da radiação na sua vida e no desenvolvimento da sociedade.

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 - Objetivo .....	10
1.2 - Objetivo Específico.....	10
<b>2 – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	11
<b>3 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
3.1 - A abordagem de Ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	14
3.2 - Conceito e Conhecimento Científico .....	17
3.3 - Ensino por Investigação .....	21
<b>4 - METODOLOGIA</b> .....	23
4.1 - Contexto Escolar .....	23
4.2 - Caracterização da turma .....	23
4.3 - Metodologia de Ensino.....	24
4.3.1 - Descrição das atividades .....	25
4.4 - Metodologia de Pesquisa .....	29
4.4.1 - Presença da Estagiária e Colaboração .....	30
4.4.2 - Participação da pesquisadora.....	30
<b>5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	31
5.1 - Atividade do Professor antes da Intervenção .....	31
5.2 - Atividade Durante e após a Intervenção .....	32
5.3 - Limitações e Dificuldades de Desenvolvimento da Intervenção no Âmbito do CTS e do Ensino de Ciências por Investigação .....	41
<b>6 - CONCLUSÃO</b> .....	43
<b>REFERÊNCIA</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	48

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

8

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

---

A opção de trabalhar na perspectiva Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) o conteúdo radiação veio da minha convivência no Laboratório de Polímero e Propriedades Eletrônicas de Materiais (LAPPEM), situado no Departamento de Física da Universidade Federal de Ouro preto (UFOP). No LAPPEM há muitos trabalhos que desenvolvem sensores para o uso em dosimetria de radiações e um desses trabalhos é o desenvolvimento de um sensor de acúmulo de controle da dose de radiação incidente em neonatos sob fototerapia.

Dessa maneira, neste trabalho de monografia pretende-se mostrar que o tema radiação é relevante para a sociedade, apresentando fontes, aplicações, suas relações com o cotidiano e o desenvolvimento tecnológico encontrado na atualidade.

Com relação ao currículo de Física, Química e Biologia há pouca atenção às aplicações das radiações e às vantagens e desvantagens da sua utilização. O ensino tradicional assume um papel bem definido onde o professor é autoridade máxima, responsável em ter conhecimento e de transmitir este conhecimento aos alunos que devem assumir um papel apenas de escutar e memorizar, e onde não há nenhuma participação no sentido aluno-professor. É um ensino que predomina nas escolas até hoje, um ensino padronizado, que muitas vezes não permite a inovação e também uma interação maior entre aluno-professor. Assim, uma abordagem de ensino não tradicional e diferenciada para tratar o tema radiação é importante, pois se trata de um tema abstrato e de difícil compreensão para os estudantes, além de ser um tema polêmico que traz impacto na vida de cada indivíduo. Mas, há dificuldades para introduzir uma nova abordagem no ensino de ciências que envolva questões sociais, já que muitos professores em sua formação inicial não são estimulados a realizar abordagens diferentes das tradicionais mesmo com o uso do livro didático e materiais de apoio como uma ferramenta de suas ações.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

9

A concepção de ensino de ciências por CTS pressupõe a interdisciplinaridade. Dessa forma, a proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LÓPEZ et al. 1996).

Com isso, investigou-se como a realização de atividade de natureza investigativa utilizando o laboratório de pesquisa científica como mediação pedagógica na busca da aprendizagem como processo de construção de conhecimento, a partir da reflexão crítica das experiências, do processo de trabalho, pela formação de cidadãos participativos e preocupados com a transformação e o aperfeiçoamento da sociedade pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de radiação.

Por meio de uma perspectiva de ensino CTS para o ensino do conceito de radiação buscou-se, despertar o interesse, possibilitando a aprendizagem dos alunos a desenvolver atividades diferenciadas na educação com relação às relações entre a ciência, a tecnologia e suas implicações sociais, usando os conhecimentos científicos adquiridos na escola para apoiar a tomada de decisão sobre a utilização de determinada tecnologia, comparar vantagens e desvantagens sobre o assunto abordado e até solucionar problemas domésticos.

Assim, este trabalho de monografia faz parte do contexto da disciplina de Estágio Supervisionado IV e foi produzido com a realização de uma intervenção em sala de aula abordando o conteúdo radiação em uma escola estadual de Ouro Preto – MG e a realização de uma visita ao Laboratório de Pesquisa LAPPEM da UFOP. Dessa forma, esse trabalho foi dividido em 8 partes. A revisão da literatura é apresentada no **Capítulo 2**. Em seguida, no **Capítulo 3**, é apresentado o referencial teórico. No **Capítulo 4**, são apresentadas a metodologia de ensino construída junto com o professor de Química da escola e a descrição das atividades, a metodologia de pesquisa e a coleta de dados foram realizadas por um caderno de notas, entrevista com o professor de Química e a análise de produções escritas dos alunos. Os resultados obtidos são, então, mostrados, analisados e discutidos no **Capítulo 5**, enquanto que no **Capítulo 6**, é apresentada a conclusão do trabalho.



# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

10

## 1.1 Objetivo

Como o uso do laboratório de pesquisas em ciências dos materiais como mediação no ensino do conceito de radiação transforma o processo de ensino e aprendizagem a partir de uma atividade investigativa que estabelece como problema a exposição do corpo humano à radiação.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Como o estabelecimento de um problema investigativo contribui para o interesse dos alunos em relação ao conteúdo.
- Como a realização de atividade de visitação ao laboratório de pesquisa contribui para o aprendizado dos estudantes reforçando as implicações sociais que o tema radiação possa trazer e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

## CAPÍTULO 2

### Revisão da Literatura

---

Nesta revisão, procuramos na literatura de pesquisas em ensino de ciências trabalhos que tratassem do conceito de radiação, trabalhos que investigassem o ensino deste conceito a partir das abordagens de ensino de ciências por investigação ou CTS. Realizada uma busca na literatura não foram encontradas pesquisas que abordem atividades investigativas que utilize o laboratório de pesquisa científica como mediação para o ensino do conceito de radiação.

Foi possível encontrar pesquisas que possuem relação com a Física Clássica e outros com a Física Moderna Contemporânea (FMC). Dessa forma, Máximo e Alvarenga (1997, citado por SOUZA; ARAUJO, 2010) afirmam que o estudo da Física Clássica deve ser complementar ao da FMC, sendo que em geral a primeira envolve temas e conceitos mais próximos do cotidiano dos estudantes, enquanto a FMC lida na maioria das vezes com aspectos e fenômenos relacionados ao mundo microscópico como, por exemplo, os raios X, as partículas elementares que compõem a matéria e suas interações, entre outros. Oliveira (2006) menciona que os tópicos de FMC se tornam primordiais de forma que o aluno esteja contextualizado no mundo tecnológico e tenha participação na sociedade para que assim pratique seu papel de cidadão.

Souza e Araujo (2010) tratam o ensino de radiação com foco na produção de raios X, um tema que faz parte do contexto de vida dos estudantes e pertence à Física Moderna Clássica. A pesquisa foi realizada de forma contextualizada usando materiais relevantes, com textos científicos, abordando fatos relacionados ao tema. Também propuseram aos estudantes a realização de pesquisas e apresentação de seminários. Na pesquisa foi possível observar que trabalhar uma proposta CTS trouxe resultados como o maior interesse pelos estudantes sobre o assunto, pois trouxeram eventos que ocorrem na sociedade que envolve e que podem influenciar a vida deles auxiliando em tomada de decisões em situações de conhecimentos científicos e tecnológicos.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

12

Monteiro (2011) propõe em sua pesquisa de mestrado uma proposta de abordagem do tema radiação eletromagnética baseada na proposta CTS de ensino, estruturada em torno do tema social “Perícia Forense e suas tecnologias”. Seu trabalho demonstra um grande interesse dos estudantes ao conteúdo a ser estudado, possibilitando uma aprendizagem mais ampla e significativa relacionada ao cotidiano e ao conceito científico.

Segundo Reis e Galvão (2005, p.03):

“(...) numa sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e a democracia só serão possíveis através de uma compreensão do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia e a sociedade que permita, a qualquer cidadão, reconhecer o que está em jogo numa disputa sócio científica, alcançar uma perspectiva fundamentada, e participar em discussões, debates e processos decisórios”.

As questões científicas que surgem em nossos dias não podem ser deixadas de lado e sim ter participações acerca delas. Essa participação deve ser levada aos estudantes para que possam praticar a cidadania. Assim, para uma aprendizagem que tenha sentido para o estudante, é recomendável que considerem sua experiência de vida e seus conhecimentos prévios, para em seguida, estabelecer conexão com os novos conhecimentos.

Rodrigues Junior et al. (2014) propuseram questões interdisciplinares com o objetivo de reduzir o ensino fragmentado envolvendo os possíveis efeitos biológicos das radiações não ionizantes vindas de telefones celulares e radiação ultravioleta no corpo humano. Com isso, Delizoicov (1982, p.17) orienta que:

“Levar para a sala de aula a realidade que cerca o aluno e discuti-la não será simplesmente motivação para iniciar um determinado tópico do programa; a finalidade é a própria discussão dessa realidade, a sua compreensão e a sua transformação, sendo as informações científicas um meio para tanto”.

Resquetti et al. (2015), apresentam uma pesquisa que envolve trabalhar o tema radioatividade como uma sugestão de uma sequência didática com foco na História e Filosofia da Ciência e no movimento CTS levando o estudante a identificar e entender a Física, fornecendo um entendimento mais amplo da atividade científica e da natureza da Ciência.

Alves (2005) teve como objetivo em sua pesquisa de doutorado procurar métodos sobre como ensinar o tema Radiação para que os estudantes serem

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

13

capazes de estimar as vantagens e desvantagens ligadas ao uso da radiação, tanto para a sua saúde como para a população em geral.

Também, observou que:

“no ensino médio, a abordagem mais comum para o ensino sobre as radiações era bastante acadêmica: começava-se com o espectro eletromagnético usado para introduzir os vários tipos de radiações eletromagnéticas e em seguida apresentavam-se as grandezas a elas associadas. As radiações alfa e beta não eram, muitas vezes, abordadas e normalmente não se dava muita atenção às aplicações das radiações, explicitando-se apenas o papel que elas desempenham no esclarecimento da estrutura da matéria.” (ALVES, 2005).

O processo de ensino e aprendizagem não pode ficar apenas na transmissão de conhecimento. É fundamental preparar os estudantes para o exercício consciente da cidadania. Isto, leva à conclusão que no ensino pretendido deverá ser mais exigido, que se dê mais atenção à formação e que a informação esteja mais acessível.

A Química, a Biologia e a Física, foram construídas com o passar do tempo impulsionadas pelas necessidades e interesses culturais da época. Muitas pesquisas levam à evolução da tecnologia que levam a sociedade a ter mais interesses econômicos do que com a preservação e manutenção de suas próprias vidas. Porém, métodos educativos como o ensino de CTS que levem a curiosidade, questionamentos, informações e prevenção podem contribuir para uma reflexão mais crítica da realidade.

## CAPÍTULO 3

### Referencial Teórico

---

#### 3.1 A abordagem de Ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade

O ensino de ciências, em muitas vezes é tratado pelos professores, de forma que o conhecimento escolar é voltado apenas para o interior da escola, assim, segundo Monteiro (2011), há uma grande falta de conexão entre o que é ensinado na sala de aula e a realidade do estudante. A falta de conexão com a realidade que o ensino de ciências tradicional possui não proporciona aos estudantes o uso dos conhecimentos científicos adquiridos na escola para a tomada de decisões ou soluções de problemas que possam ser de seu interesse.

Monteiro (2011) aponta que enquanto no ensino tradicional, a organização do conteúdo é baseada nos conceitos de Física, Química, Biologia e Matemática, em CTS, os conceitos usados são baseados em temas sociais. A radiação, um fenômeno físico, tem fortes relações com alguns temas sociais como o aquecimento global, câncer de pele, energia nuclear e a matriz energética brasileira, a saúde humana, o contato com aparelhos eletrônicos que produzem radiação, etc. Muitas vezes, esse ensino tradicional que os alunos têm, vem da formação dos professores que não acompanham a evolução da educação e suas exigências para um ensino de melhor qualidade, assim,

“uma das dificuldades de implementação da abordagem CTS relaciona-se com a pouca aceitação e envolvimento dos professores, uma vez que a sua formação inicial não contempla, de um modo geral, os vários aspectos desta nova abordagem para o ensino das ciências: tempo por parte dos professores para a preparação desta nova abordagem, o receio de uma aprendizagem menos exigente com um menor número de conceitos científicos, o modo como estes fizeram a sua formação inicial, caracterizada por uma especialização disciplinar, onde esteve ausente esta perspectiva, ou mesmo o receio de perda de identidade profissional”. (FONTES e CARDOSO, 2006).

O ensino tradicional atrelado ao pouco envolvimento dos professores pode levar a abordagem fragmentada dos conteúdos, isso pode acarretar no aluno não conseguir responder aos vários questionamentos provenientes do desenvolvimento tecnológico como, por exemplo, o que é ressonância magnética, ou quais são os efeitos biológicos das radiações no corpo humano, fatores que apresentam interesse

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

15

ambiental e social, pois seus efeitos sobre a saúde das pessoas são potencialmente importantes, sendo que exposições sem controle podem levar à ocorrência de sérias lesões ou doenças.

Segundo Japiassu (1999, citado por SANTOS; MORTIMER, 2002) “a supervalorização da ciência gerou o mito da salvação da humanidade, ao considerar que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente”. Essa valorização da ciência pelo homem influenciou tanto as indústrias como o ensino da ciência, ou seja, quanto mais se sabe sobre a ciência, mais técnica, mais tecnologia será possível ter, levando assim a mais “poder”, influência ou dominação que o ser humano tem sobre o outro. Essa dependência do homem vem influenciando o ensino de ciências desde a década de 50 e atualmente tem levado a uma reflexão sobre a formação científica dos alunos que está deixando de ser um ensino que siga um “método científico”, para um ensino que tem a necessidade de formar um cidadão que compreenda a ciência, tecnologia e suas implicações na sociedade; o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O currículo com ênfase em CTS envolve atividades que tratam de explicar, planejar e solucionar problemas, e tomada de decisão sobre temas de importância social (Roberts 1991, citado por SANTOS; MORTIMER, 2002). Já Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988: 358, citado por SANTOS; MORTIMER, 2002), afirmam que “CTS pode ser caracterizado como o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia a dia”. Então, o processo de implantação de currículos de CTS pode levar de um ensino passivo imposto sem que haja espaço para a voz e as aspirações do aluno a um ensino que tenha participação e engajamento deste. Ou melhor, uma reforma curricular CTS implica mudanças de concepções do papel da educação e do ensino das ciências (SANTOS e MORTIMER, 2002). O objetivo é promover uma formação que possibilite aos indivíduos tomarem decisões responsáveis acerca da qualidade de vida em uma sociedade impregnada de ciência e tecnologia (ACEVEDO DÍAZ, 1996a).

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

16

A relação entre ciência, tecnologia e sociedade fornece o crescimento de ideias mediante o estudo de temas locais e temas globais. Assim, é importante o entendimento sobre os currículos CTS com relação a ciência, tecnologia, sociedade e suas relações.

É difícil dimensionar a importância da ciência no mundo atual, porque, para muitas pessoas, a ciência é algo ainda distante e uma grande parcela da sociedade só consegue, relacioná-la a desenvolvimentos científicos notáveis ou a nomes de cientistas importantes. Para desfazer o mito do cientificismo, os currículos CTS incluem aspectos relativos à ciência, como:

*“filosófica* – que inclui, entre outros, aspectos éticos do trabalho científico; *sociológica* – que inclui a discussão sobre as influências da ciência e tecnologia sobre a sociedade e suas limitações e possibilidades para resolver problemas sociais; *histórica* – que inclui discutir a influência da atividade científica e tecnológica na história da humanidade; *política* – a tomada de decisão sobre ciência e tecnologia; o uso político da ciência e tecnologia; *econômica* – contribuições da ciência e a tecnologia para o desenvolvimento econômico e industrial, tecnologia e consumismo, e *humanística* – os efeitos do desenvolvimento científico sobre a literatura e as artes, e a influência da humanidades na ciência e tecnologia” (ROSENTHAL 1989).

Como mencionou Rosenthal, (1989), um dos aspectos que o currículo CTS inclui é à influência da humanidade na ciência e tecnologia e essa influência ajuda na compreensão da natureza da ciência que é necessária para que o aluno possa entender as suas implicações sociais e desenvolver o conhecimento da ciência que fornece a possibilidade de desenvolvimento tecnológico, mas também fornece a possibilidade do entendimento de características criadora do nosso tempo.

A tecnologia afeta a vida do homem, da sociedade e deve promover relações entre as pessoas e entre as informações utilizadas. A educação tecnológica ajuda a preparar o cidadão para saber lidar com momentos que necessitem conhecimentos que incluem tecnologias, mas não se deve ficar apenas na compreensão ou funcionamento da mesma e sim contribuir para um possível progresso sustentável (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Na sociedade atual, a ciência e, principalmente, a tecnologia possuem grande importância na organização das práticas sociais, mas as relações sociais também possuem grande importância na produção e aplicações das tecnologias e conhecimentos científicos. Bazzo (2003, citado por VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO,

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

17

2009) afirma que “a sociedade é como mais um entre diferentes tipos de sistemas. Os sistemas podem ser máquinas, organismos, sistemas psíquicos e sistemas sociais”. Assim, um tema social relativo à ciência e tecnologia deveria ter sua origem em atividades que envolvam problemas em torno do qual existam diferentes possibilidades associadas a diferentes conjuntos de crenças e valores.

De acordo com Pinheiro (2005), Ciência, Tecnologia e Sociedade correspondem ao estudo que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Com isso, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento técnico e científico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa trazer como também às consequências sociais e ambientais que poderá causar.

## 3.2 Conceito e Conhecimento Científico

A radiação trabalhada em sala de aula por professores de física e química é um conceito de difícil entendimento pelos alunos. Mas, é preciso entender como os estudantes formam esses conceitos, ou seja, como o processo de aprendizado ocorre, já que conceitos sempre podem ser reinventados.

Lima; Martins; Munford, (2008) afirmam:

“Compreender é estabelecer relações e, por isso, o caráter operacional de um conceito não advém do mero entendimento de sua definição, mas de nossa capacidade em aplicá-lo em diferentes contextos e de comparar os resultados dessa aplicação, em busca da construção de modelos coerentes do mundo dos objetos e fenômenos cuja estrutura e funcionamento tentamos compreender. As definições não são inúteis: elas simplesmente não são suficientes, por si só, para garantir a compreensão e a aprendizagem de conceitos”.

Para terem uma boa compreensão do que seja radiação, é preciso que os alunos desenvolvam o conceito de que ela é um processo de emissão de energia seja por meio de ondas ou de partículas e que essa energia está mais presente na nossa vida cotidiana do que podemos imaginar. A maioria dos seres vivos está diariamente exposta à radiação solar e seu espectro inclui radiações de diferentes comprimentos de onda como, por exemplo, a luz visível, a radiação ultravioleta e a infravermelha. Além disso, também estamos em contato diário com outros tipos de radiações: naturais, como raios cósmicos e raios X, e não



# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

18

naturais, como micro-ondas, ondas de rádio, televisão e telefone celular. A forma do espectro eletromagnético pode ser dividido em duas partes, onde se distinguem os tipos de radiação ionizante e as radiações não ionizantes. Quando a interação das ondas eletromagnéticas de alta energia desencadeia ionizações de partículas da matéria, a radiação é denominada de radiação ionizante. De modo inverso, quando radiações eletromagnéticas, tal como a luz visível, não conseguem provocar ionização de átomos, moléculas etc, são denominadas de radiações não ionizantes (SCHIMITBERGER, 2011).

Em diversos ramos da atividade humana a radiação ionizante, é empregada em proveito da sociedade, apesar do risco associado à sua utilização. Desse modo, é importante conhecer os efeitos biológicos promovidos pelas radiações, para avaliar seus benefícios e potenciais ameaças à saúde dos seres vivos. São exemplos de radiações ionizantes partículas alfa, beta, raios X, raios gama e elétrons e prótons de alta energia. Uma vez que transporta grande quantidade de energia, a radiação ionizante pode interagir com os tecidos vivos e promover a quebra de ligações químicas de diferentes moléculas, dentre elas o DNA. Por isso, a exposição à radiação, dependendo do tipo, da dose e do tempo de exposição, pode gerar mutação, induzir diferentes tipos de câncer e levar até mesmo a morte (DE MATTOS, 2014).

É importante que haja um trabalho que leve os alunos a compreensão dos temas e não apenas a memorização. Os alunos têm pouco contato com a definição e sobre como ocorre a radiação. Dessa forma, professores devem tentar trabalhar o tema quando possível de forma que não se torne um conhecimento abstrato e distante do contexto de vida deles. É preciso envolver o aluno, deixar que use a linguagem, o pensar, para que compreenda que a radiação está presente em seu cotidiano como: celulares, fornos de micro-ondas, radiação solar, etc.

“A redução do desenvolvimento de conceitos à mera apresentação e memorização de definições tem tido consequências danosas à educação de ciências. Em primeiro lugar, essa prática termina por fechar o discurso nas aulas de ciências. Se o conceito está definido, basta repeti-lo mecanicamente. Não há espaço para dúvidas, contestações, interpretação de situações novas” (LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008).

Aprender conceitos não é um processo fácil e leva tempo, sendo um

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

19

processo difícil que não será obtido unicamente por explicações ou a exposição do conteúdo. Para aprendermos precisamos usar dos pensamentos, das palavras, ou seja, da linguagem. Assim, para Vygotsky (2009), a construção dos significados das palavras coincide com o processo de formação de conceitos. Essa formação de conceitos na educação é a chave para interagir com o mundo e começa no cotidiano, com a convivência em casa e a capacidade de dialogar com o outro, determinando o que se torna relevante ou o que deve ser ignorado, isto é, é um processo que envolve relações reais entre indivíduos humanos e o meio sócio histórico e cultural.

Para a perspectiva sociocultural ou sócio histórica conceito científico é diferente de conceito cotidiano. Conceito cotidiano é formado por um processo de aprendizagem pelo senso comum, com diálogos e observações que se caracteriza ao longo de conhecimentos acumulados durante a vida. A aprendizagem dos conceitos científicos, ou da segunda língua na escola, baseia-se num conjunto de significados da palavra, desenvolvidos previamente e originários das experiências cotidianas da criança (PANOFSKY et al., 1996, p.245-6). O aluno aprende a argumentar, a entender o significado das coisas, passa a se posicionar, pensando e agindo, conseguindo chegar a uma interação de conceitos que traz a necessidade do ser humano se tornar mais crítico, em querer saber como as coisas funcionam ao invés de apenas aceitá-las.

Assim, os conceitos espontâneos e os conceitos científicos estão associados entre si, condição necessária para que os conceitos científicos não permaneçam distantes dos estudantes ao se manterem isolados no plano formal e abstrato do conhecimento (VYGOTSKY, 2009). É preciso ter diálogo, discussões que gerem ideias que se opõem podendo originar novos pensamentos, novos conceitos.

Aprender conceitos é um processo que a todo o momento pode ser ampliado, ou melhor, é um processo inacabado. Sua formação segue uma série de operações voltada para a solução de algum problema. Para que o processo de formação de conceito se inicie deve surgir um problema que só possa ser resolvido pela construção de novos conceitos e não pela memorização de palavras (VIGOTSKI, 2009).

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

20

Assim, aos poucos o estudante ao dialogar com professores, passa a compreender o sentido de uma palavra que no decorrer do tempo fará parte de seu vocabulário, levando à compreensão do significado de um conceito. Bakhtin/Volochinov (1997 citado por LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008) afirmam que o significado das palavras e enunciados só pode ser apreendido quando se compreende todo o diálogo em que eles estão inseridos. Uma ideia puxa a outra. O significado emerge das interações discursivas. Logo, as palavras passam a ter sentido dentro de um conjunto de ideias. Dessa maneira, professores devem entender que muitas vezes determinados conceitos se tornam abstratos aos alunos que podem ter dificuldades em seu processo de aprendizagem. Lima; Martins; Munford, (2008) argumentam que professores devem estar atentos e serem bastante pacientes, deixar que os alunos expressem suas ideias, que usem palavras para argumentarem com os outros e consigo mesmo. Por isso, um processo de construção de conhecimento é um processo de comunicação entre sujeitos, um processo dialógico.

Todas as formas de conhecimento são formas de aprendizagem. Para aprender ciências, alunos devem vivenciar as práticas e ideias da comunidade científica que pode dar auxílio para a investigação de problemas com hipóteses levando a processos de argumentações. Nesse processo, o papel do professor é fundamental, pois é ele quem será o mediador, quem ajudará os alunos a irem do conhecimento que possuem sobre certo assunto (senso comum) ao conhecimento científico (DRIVER et al., 1999).

Bruner (1985, citado por DRIVER et. al, 1999):

“O projeto Vygotskyano é descobrir o modo como os membros aspirantes de uma cultura aprendem de seus tutores, os vicários de sua cultura, a entender o mundo. Este mundo é um *mundo simbólico* no sentido de que ele consiste de sistemas de crenças conceitualmente organizados, delimitados por regras sobre as coisas que existem, sobre como atingir os objetivos e sobre o que deve ser valorizado. Não existe nenhuma maneira, nenhuma mesmo, através da qual o ser humano poderia ter domínio desse mundo sem a ajuda e a assistência de outras pessoas, pois, na verdade, esse mundo são os outros.”

Por todos esses aspectos, “aprender ciências na escola significa mais do que mudar de um conjunto de teorias para outro; significa, em primeiro lugar, estar

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

21

articulado de modo consciente sobre o que constitui as teorias” (DRIVER et al., 1999). Então, para os alunos terem entendimento e conhecimento é preciso que se envolvam em atividades e diálogos sobre problemas e tarefas em comum para assim tornarem parte de uma cultura com membros mais experientes.

### **3.3 Ensino por Investigação**

Em aulas de física e química, o tema radiação é tratado de maneira em que há apenas exercícios repetitivos e sem aplicação. Para Hodson (1992, citado por AZEVEDO, 2004) os trabalhos de pesquisa em ensino mostram que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas no laboratório de pesquisa.

Atividades realizadas com sentido de promover debate e argumentação devem fazer sentido para os alunos, para que percebam que é necessário refletir para assim, realizarem tarefas investigativas. Aulas investigativas levam a existência de controvérsias entre duas pessoas ou grupos com pontos de vista distintos sobre uma questão, algo importante à construção do conhecimento científico. Lewin e Lomascólo (1998, citado por AZEVEDO, 2004) afirmam que a situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar atividades como “projetos de investigação”, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças de conceitos e de atitudes.

Atividades investigativas ajudam no processo de aprendizagem dos alunos levando-os a saírem de sua zona de conforto. Dessa forma, passam a agir, questionar, argumentar, buscar respostas, explicações e decisões para as ações que venham tomar (AZEVEDO, 2004). O papel do professor é fundamental em um processo de investigação, pois ele, bem como os seus alunos, terá que questionar e elaborar hipóteses, estimulando, ajudando e observando o desenrolar das discussões, se tornando um orientador.

Não se pode esquecer que a ciência escolar é distante da realizada pela acadêmica. Segundo Lima; Martins; Munford, (2008) a ciência escolar usa como

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

22

base o conhecimento já pronto enquanto a ciência acadêmica produz novos conhecimentos.

O processo de aproximação entre ciência escolar e acadêmica muitas vezes traz dificuldades. Muitos professores possuem o conhecimento necessário para realizar um processo de investigação, mas não têm o subsídio necessário para tal. Muitas escolas possuem limitações tanto em infraestrutura como pessoal experiente para auxiliar nesse processo. Outro problema é a forma como o conhecimento disponível é usado. Na escola muitas vezes não é apresentado como realmente se originou um determinado conceito, deixando os alunos confusos e desinteressados (LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008).

Dessa forma, Jay Lemke (1990, citado por LIMA; MARTINS; MUNFORD, 2008) defende que:

“[...] aprender ciências significa aprender a falar ciências. Também significa aprender a usar essa linguagem conceitual especializada na leitura e na escrita, no raciocínio e na resolução de problemas, e para guiar ações práticas no laboratório e na vida cotidiana. Também significa aprender a comunicar-se na linguagem da ciência e agir como um membro da comunidade de pessoas que assim o fazem. “Falar ciências” significa observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, levantar hipóteses, teorizar, questionar, desafiar, argumentar, planejar experimentos, seguir procedimentos, julgar, avaliar, decidir, concluir, generalizar, relatar, escrever, expor e ensinar na e através da linguagem da ciência. Como aprendemos ciências? Aprendemos essa linguagem de maneira bastante semelhante a que aprendemos qualquer outra linguagem: falando nessa linguagem com aqueles que já a dominam e empregando-a para os muitos propósitos para os quais é utilizada”. (p. 1)

Assim sendo, estamos propondo uma abordagem alternativa que tenta aproximar a ciência abordada em sala de aula com a ciência acadêmica, já que as duas englobam um processo de linguagem. Essa aproximação ajuda a enriquecer a aprendizagem dos alunos, pois poderiam relacionar seu conhecimento adquirido na escola e no seu cotidiano com o disponível pela ciência acadêmica se tornando mais preparados e cidadãos mais críticos.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGIA**

---

No presente trabalho foi dada ênfase à educação baseada no ensino por CTS e assim analisar a contribuição que a mesma possa trazer para o ensino do conceito de radiação, ampliando a visão para o ensino e seus horizontes culturais.

A proposta é uma abordagem que poderá auxiliar à atividade do professor e dar suporte aos alunos, apoiando o diálogo em sala de aula buscando a reflexão sobre os temas científicos e sociais e mostrar que o ensino de ciências pode chegar ao cotidiano dos estudantes, sendo algo palpável e útil para fomentar o debate e a participação dos estudantes no processo de tomada de decisões acerca da produção e uso das tecnologias.

#### **4.1 Contexto Escolar**

O estudo se realizou no primeiro trimestre do ano de 2015 na Escola Estadual de Ouro Preto, do município de Ouro Preto – MG, que funciona no período diurno, vespertino e noturno, atendendo turmas do nono ano ao terceiro ano do Ensino Médio. A escola possui em sua maioria estudantes de baixa renda econômica. Sua infraestrutura não difere da média das escolas da rede pública de ensino: salas de aula, carteiras escolares, quadro negro, quadra de esportes e um laboratório de ciências.

#### **4.2 Caracterização da turma**

O grupo que se submeteu à pesquisa foi composto de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola do município de Ouro Preto - MG. Observei aulas do professor de Química da escola em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio por dois meses, com o objetivo de conhecer melhor os estudantes, o professor e a rotina dos mesmos. Os estudantes possuíam faixa etária entre quinze e dezesseis anos.

A sala de aula constava com trinta e sete estudantes regularmente matriculados. Dentre esses, em torno de quinze a vinte frequentam as aulas; o

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

24

restante, alguns transferidos para outras salas de aulas e outros não frequentavam as aulas. Participaram da pesquisa dezenove estudantes.

No tempo em que estive presente, observei que a turma era agitada e os estudantes não demonstravam muito interesse nas aulas lecionadas pelo professor. A participação e realização de atividades e trabalhos eram mínimas, não se importavam se iriam ser pontuados e avaliados.

Quando era realizada alguma atividade diferente pelo professor, os estudantes demonstravam um maior interesse. Com relação ao laboratório da escola, os estudantes não tinham acesso, pois estava sendo usado como depósito de carteiras. Segundo o professor, seria possível realizar atividades no laboratório, podendo ser uma alternativa e uma forma interessante de ensinar conteúdos importantes e ao mesmo tempo obter um maior interesse de seus estudantes. O não uso do laboratório pelos professores pode ser devido a formação que obtiveram, uma formação que possa não ter tido muito incentivo para que realizassem aulas em laboratório, já que o planejamento de uma aula em laboratório demanda muito tempo e dedicação. Outro fator pode ser um impedimento por parte da instituição necessitando de espaço para guardar as carteiras ou também o não incentivo aos professores para que lecionem aulas com abordagens diferentes.

## 4.3 Metodologia de Ensino

Segue abaixo uma síntese da sequência de ensino proposta e realizada pelo professor:

- Apresentação do tema “radiação” através de vídeos disponibilizados pela internet demonstrando o uso da radiação para a medicina, alimentação e seu excesso advindo da radiação ultravioleta como malefício ao corpo humano. Esses vídeos têm como objetivo informar os estudantes os vários usos, as vantagens e desvantagens que a radiação possa trazer.
- Atividade da “Caixa Preta”, uma atividade investigativa que consta com várias caixas fechadas com objetos variados e desconhecidos dentro. Assim, será permitido o entendimento das etapas do método científico e sua importância, como a formulação de hipóteses, refutação e conclusão.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

25

- Visita ao Laboratório de Polímero e Propriedades Eletrônicas de Materiais – LAPPEM situado no Departamento de Física da UFOP como atividade investigativa em que os estudantes terão a oportunidade de conhecer o trabalho de pesquisadores e assim investigar aspectos de risco e segurança com relação à radiação, ao uso de Equipamento de Proteção Individual - EPI e sua importância. Dessa forma, terão contato com estudantes de graduação e pós-graduação das mais diversas áreas, inseridos num grupo de pesquisa que apresenta um caráter de desenvolvimento científico, vislumbrando aplicações tecnológicas, como é o caso do LAPPEM. Também terão contato com um material produzido no LAPPEM, um filme (gel), com o objetivo de demonstrar a degradação do mesmo através da mudança de cor quando em contato com a radiação solar para que percebam que há radiação em todos os lugares.

Duas semanas após minha observação foi decidido juntamente com o professor de Química a realização da atividade.

## 4.3.1 Descrição das atividades

Os estudantes foram submetidos a uma sequência de três aulas lecionadas em sala de aula e uma aula no laboratório de pesquisa, LAPPEM, onde foi abordado o tema “radiação”.

As aulas foram desenvolvidas de acordo com a descrição a seguir. A hora aula usada para a previsão de tempo de cada aula refere-se ao tempo de uma aula, que tem duração de 50 minutos.

### 1ª Aula

Ocorreu a apresentação do tema e dos objetivos da sequência de ensino. Os estudantes foram esclarecidos sobre as atividades e sobre as metas. A seguir, realizou-se um levantamento das ideias prévias dos estudantes em relação ao conteúdo “radiação” com as seguintes questões:

- Vocês já ouviram falar sobre radiação?
- Quais as coisas que vocês acreditam estarem relacionadas à radiação?



# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

26

- Vocês conhecem alguma forma de se proteger das radiações? Como?
- O que é radiação ultravioleta? Quais os tipos de radiação ultravioleta?
- Existe algum malefício ou benefício para a saúde humana em receber doses de radiação ultravioleta? Quais são os efeitos para o organismo?
- O uso do telefone celular pode causar câncer?
- É preciso se proteger da radiação ultravioleta? Como?

Depois da realização do questionamento pelo professor foram exibidos vídeos informativos disponíveis na internet, com o objetivo de auxiliar os estudantes na compreensão sobre as causas e efeitos da radiação, demonstrando que a radiação está presente em aparelhos eletrônicos, de uso para a saúde, alimentos, etc.

Os vídeos utilizados foram:

- **O que é radiação? - fala brasil.**

Disponível no endereço: <<https://www.youtube.com/watch?v=l6JdwynScT8>>, trata do que é a radiação, e quais os efeitos que ela pode trazer para o ser humano.

- **Utilidade radiação.**

Disponível no endereço: <<https://www.youtube.com/watch?v=CttNZtnXQUk>>, trata do uso indispensável da radiação na medicina.

- **Efeitos da radiação solar se prolongam por até três horas depois da exposição aos raios uv.**

Disponível no endereço: <http://globotv.globo.com/rede-globo/jornal-nacional/v/efeitos-da-radiacao-solar-se-prolongam-por-ate-tres-horas-depois-da-exposicao-aos-raios-uv/3979458/>, trata da exposição prolongada ao sol e seus efeitos ao corpo humano.

- **Jornal da cultura - radiação de aparelhos eletrônicos.**

Disponível no endereço: <<https://www.youtube.com/watch?v=bJdcVOqxsWc>>, trata dos perigos da radiação de aparelhos eletrônicos, como notebooks e celulares, especialmente para os homens.

Ao término dos vídeos, o professor retomou algumas questões com os estudantes, perguntou se tinham conhecimento do por que o forno de micro-ondas

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

27

recebe esse nome. Comentou-se que o nome dado a este dispositivo faz jus ao seu princípio de funcionamento. Ele funciona a partir da incidência de ondas eletromagnéticas<sup>1</sup> com comprimentos de onda micrométrica<sup>2</sup> (por isso, micro-ondas) nos alimentos.

O professor explicou um pouco de como os técnicos em raios-X fazem para se proteger da radiação, também falou sobre os raios solares e a camada de ozônio que filtra certos tipos de radiação. Para finalizar, falou sobre os três tipos de radiação solar a UVA, UVB e UVC. Uma estudante mencionou “quando o neném é pequeno às vezes precisa tomar banho de sol para poder ter pigmentação e disse que nem sempre o sol faz mal”. O professor completou sua fala, informando que se tomarmos banho de sol antes da dez horas da manhã e depois das quatro horas da tarde não tem problema algum, utilizando sempre o protetor solar.

Em seguida foi demonstrado o espectro eletromagnético<sup>3</sup> que contém as ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho, os raios X, a radiação gama, os raios violeta e a luz visível ao olho humano.

Ao fim da aula, o professor dividiu os estudantes em grupos e explicou a proposta da atividade que iriam realizar. Foram formados pelos estudantes quatro grupos de investigação. Em seguida, foi solicitado que definissem um problema a ser investigado sobre a temática radiação com o objetivo de formar grupos de investigação em que os mesmos definirão um problema a ser investigado; e como o problema será investigado (quais perguntas e problemas de pesquisas os grupos irão realizar); para assim, realizarem a investigação, analisarem o resultado e apresentarem para o restante da turma. Os problemas a serem investigados foram: A radiação solar escolhido por dois grupos; radiação em celulares e radiação em forno de micro-ondas. Após o problema definido, os estudantes foram questionados sobre como iriam realizar a investigação, além de formularem questões para serem

---

<sup>1</sup>Ondas Eletromagnéticas: São uma combinação de um campo elétrico e de um campo magnético (vibração de cargas elétricas) que, se propagam através do espaço transportando energia. Exemplo: Luz, ondas de rádio, ultravioleta etc.

<sup>2</sup>Micrométrica: É uma unidade de medida em que o comprimento de onda está sendo medido em unidades micrométricas 10<sup>-6</sup> m (10 elevado menos 6 m).

<sup>3</sup>Espectro eletromagnético: É a distribuição da intensidade da radiação eletromagnética com relação ao seu comprimento de onda ou frequência. O espectro eletromagnético é uma tabela com valores de frequência (medidas em Hertz (Hz)) destacando as principais ondas que fazem parte do nosso dia-a-dia. Definido como sendo o intervalo que contém todas as possíveis frequências da radiação eletromagnética que se estende desde os raios gama até às ondas de rádio.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

28

realizadas durante a visita ao LAPPEM, também foi mencionado que poderiam fazer entrevistas com professores de outras áreas, como a Física e a Biologia, entrevistas com familiares, pesquisas em internet, livros, etc. Por fim, o professor explicou que cada grupo de investigação iria analisar o resultado obtido e apresentar ao restante da turma em forma de trabalho expositivo na última aula.

## **2ª aula**

Na segunda aula foram analisadas as questões propostas pelos grupos. Dentre os quatro grupos, apenas dois realizaram as questões, assim, foi decidido pelo professor que iriam ter mais um tempo para que terminassem. Nesse momento, intervi e passei a ajudar o professor, discuti e relembrei com cada grupo como seria a atividade e a visita ao Laboratório e na sequência fomos (eu e o professor) realizando a atividade da caixa preta com os outros grupos que já haviam finalizado as questões.

O professor realizou a atividade da “Caixa preta” para que os estudantes, a partir da investigação, conseguissem entender um pouco as várias etapas necessárias para se fazer ciência. Foi disponibilizado aos estudantes caixas cujo interior era desconhecido. Com isso, foi pedido que formulassem hipóteses sobre o que havia dentro delas e foi pedido para que explicassem suas hipóteses e conclusões, de acordo com a caixa utilizada, sendo permitido seu manuseio.

## **3ª aula**

Na terceira aula realizou-se a visita ao LAPPEM na UFOP que contou com a presença de doze estudantes. Eles foram recepcionados pela pesquisadora responsável do LAPPEM, professora Giovana, que discutiu com eles aspectos como: quais trabalhos são realizados no laboratório; como me proteger no laboratório; como se proteger de aparelhos usados na medicina que usam radiação; porque a radiação dos raios-x não faz mal a pacientes e funcionários; a exposição ao sol provoca doenças de pele; a radiação encontrada em aparelhos eletrônicos, celular, micro-ondas traz males para saúde; etc.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

29

Para demonstrar aos estudantes a ocorrência da radiação, a pesquisadora do laboratório realizou um experimento com um material produzido no LAPPEM, um selo, com o objetivo de observarem a degradação do mesmo através da mudança de cor do rosa para o branco quando em contato com a radiação (luz azul). Puderam perceber que tanto em ambientes fechados quanto em ambientes abertos estamos sempre expostos a radiação. Por fim, a pesquisadora demonstrou os vários equipamentos presentes no laboratório e os levou para conhecerem as outras instalações do laboratório.

## **4ª aula**

Nessa aula os grupos apresentaram os resultados da pesquisa investigativa, discutindo e analisando as perguntas realizadas no LAPPEM e apresentaram o que entenderam para tentarem solucionar o problema inicial que cada grupo propôs investigar.

## **4.4 Metodologia de Pesquisa**

A metodologia de pesquisa constou da realização de observações da condução das atividades que foram redigidas em um caderno de notas, a análise de produções escritas dos alunos e entrevista com professor. Nas observações das atividades realizadas contamos com colaboração de uma estudante estagiária do curso de Química – Licenciatura da UFOP que esteve presente antes e durante nossa intervenção.

A análise das produções escritas dos alunos foi realizada com o objetivo de perceber como as atividades que já haviam sido realizadas pelo professor anteriormente se relacionavam com as atividades propostas em nossa intervenção. O professor havia proposto aos alunos que produzissem quadrinhos relatando como veem o cotidiano dos cientistas. Os resultados de algumas das produções estão nos anexos (a), (b) e (c).

Foi realizada uma entrevista com o professor para conhecer os objetivos da primeira atividade desenvolvida, anterior à nossa intervenção, e suas impressões e

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

30

desdobramentos sobre ela. A entrevista foi gravada em áudio e transcrita para análise.

Durante a realização das atividades tomou-se nota das falas consideradas relevantes dos alunos, do professor e da pesquisadora do LAPPEM. Foram realizadas anotações dos procedimentos no laboratório, na sala de aula, e também do comportamento dos estudantes com o professor durante a intervenção.

#### **4.4.1 Presença da Estagiária e Colaboração**

Durante meu período de observação esteve presente uma estudante estagiária do curso de Química – Licenciatura da UFOP na sala de aula. Ela foi de fundamental importância para a realização dessa pesquisa, pois esteve presente na escola desde o mês de março de 2015, ou seja, já acompanha os estudantes há três meses. A estagiária teve mais contato com o professor e os estudantes me disponibilizando informações a respeito dos mesmos como o comportamento, suas condutas e interesses pelas aulas. Ela acompanhou todo o processo realizado durante as atividades e também a visita ao laboratório LAPPEM. Assim, suas informações foram cruciais, pois pude ter uma visão diferente da minha como pesquisadora.

#### **4.4.2 Participação da pesquisadora**

Desde o começo das atividades eu tive uma participação que foi iniciada com discussões com o professor de como seria realizada as intervenções e ideias para as atividades. Em sala de aula também intervi em alguns momentos auxiliando os alunos na atividade da caixa preta e na formulação das questões a serem realizadas no laboratório LAPPEM.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

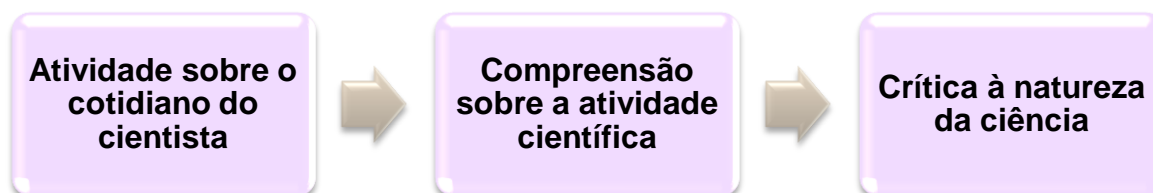
---

A apresentação da discussão dos resultados da nossa pesquisa será dividida em dois momentos. No primeiro momento, as atividades realizadas antes da intervenção. E no segundo momento, as atividades realizadas durante e após a intervenção. Vale dizer que organizamos a apresentação e discussão dos resultados desta forma porque consideramos importante, como pressuposto da perspectiva sociocultural, a explicitação e análise dos aspectos contextuais e históricos em que esta intervenção se deu. Esse processo teve a combinação do próprio conhecimento que os estudantes já tinham sobre o tema radiação com o novo conhecimento adquirido com a visita no laboratório de pesquisa, fortalecendo o ensino e a aprendizagem.

Na apresentação e discussão dos resultados, utilizamos as letras “PE” associada à fala da pesquisadora, a letra “P” associada à fala do professor, e a letra “E” seguida de um número natural, para nos referir à fala dos estudantes, preservando a identidade destes. Além disso, nas figuras foram colocadas tarjas sobre suas faces com o mesmo propósito.

#### 5.1 Atividade do Professor antes da Intervenção

O fluxograma abaixo demonstra aspectos da atividade efetuada pelo professor de Química antes da realização da intervenção sobre o conceito radiação.



Antes de começar o período de observação do professor de química em sala de aula, o mesmo realizou uma atividade com seus estudantes tendo como objetivo “a rotina de um cientista”, ou seja, foi uma atividade que começou a envolver os alunos no que é ciência e o que é ser cientista.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

32

Segue na transcrição a seguir um trecho da entrevista realizada com o professor de Química sobre a atividade realizada em que é pedido aos estudantes a realização de uma atividade sobre o cotidiano do cientista. É possível notar pela fala do professor as compreensões dos estudantes com relação à atividade proposta:

“P: Nessa primeira atividade, eu pedi para os alunos escreverem, fazerem um texto, algo parecido ou uma história em quadrinhos falando o que eles acham que seja a rotina de um cientista e quem pode ser um cientista. Essa era a atividade que eu dei no primeiro bimestre. O meu objetivo é que ao longo das atividades acerca desse assunto que eu consiga fazer com que os alunos tenham uma opinião diferente daquilo que eles pensam sobre o cientista. É claro, quando eu fiz a pergunta em sala de aula, muitos alunos já chegaram com uma história e até mesmo com um texto já bem próximo de uma visão mais adequada do que seria um cientista, que seria uma pessoa comum, basta ela apenas se comportar, seguir alguns critérios para desenvolver uma pesquisa. Alguns alunos passaram bem longe, chegando muito naquela visão distorcida daquele cara solitário do laboratório, o cara doido, segunda a palavra de alguns alunos. Então, minha intenção era trabalhar essa ideia errônea que muitos tinham ao longo do ano.”

Pelo relato do professor é possível perceber que a nossa intervenção se insere dentro de um contexto de atividades que já ocorriam durante o ano letivo. Aspectos que relacionavam o meio científico, a atividade científica e a natureza da ciência se faziam presentes no plano social da sala de aulas de Química quando nossa intervenção se efetivou.

Na Figura 1a, b e c, (em Anexo) é possível observar as atividades realizadas pelos estudantes e notar que ainda possuíam uma visão distorcida do que é um cientista como exemplificado na Figura 1a, em que o cientista “realiza fórmulas milagrosas” e na Figura 1b, onde “faz experimentos malucos”.

Na próxima seção demonstramos como nossa intervenção possibilitou a complementação e aprofundamento das atividades que já ocorriam, na medida em que coloca em evidência um problema a ser investigado e a visitação no laboratório de pesquisa aplicada.

## 5.2 Atividade Durante e Após a Intervenção

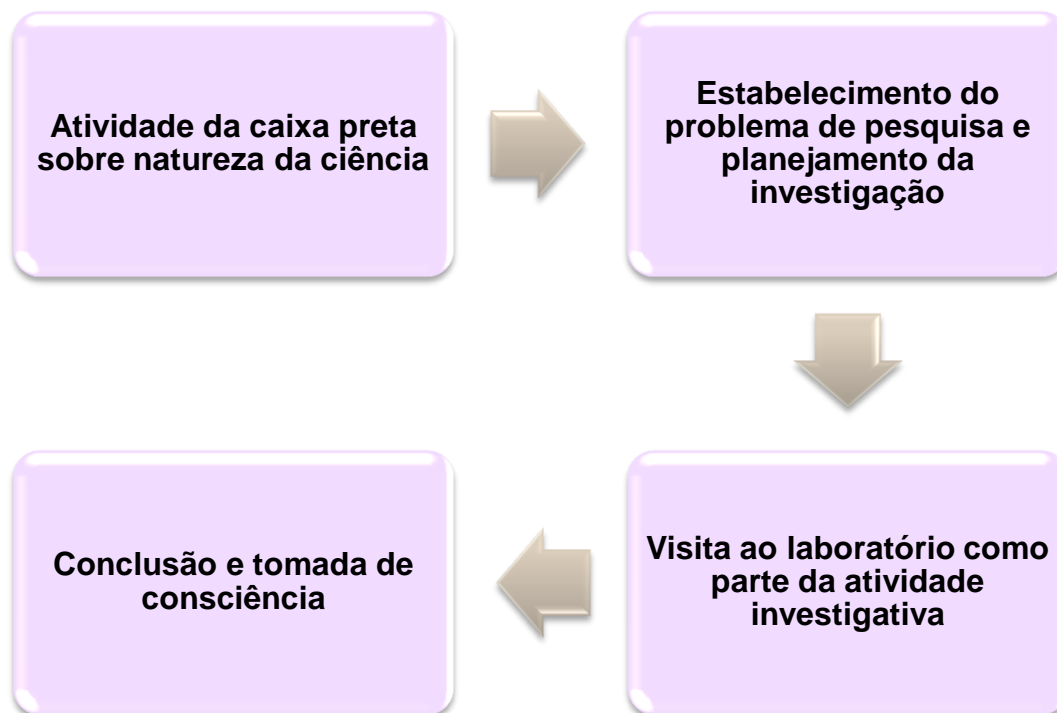
A atividade realizada durante a intervenção foi construída de forma coletiva com o professor que deu sugestões no decorrer de todo o processo da intervenção. Uma sugestão dada pelo professor foi a realização da atividade da caixa preta e nós sugerimos a realização de uma atividade investigativa na qual os estudantes iriam

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

33

estabelecer um problema de pesquisa sobre o tema radiação e dessa forma investigá-lo. Como auxílio para a investigação foi realizada uma visita ao laboratório de pesquisa LAPPEM.



Foi possível observar uma grande evolução dos estudantes em sala de aula. Na primeira aula já se notava uma maior interação deles com o professor, essa interação pode ter a ver com o tema abordado. O professor começou sua aula realizando alguns questionamentos aos estudantes: se eles já tinham ouvido falar sobre radiação e o que tinham ouvido falar. Em seguida, passou alguns vídeos informativos aos alunos sobre radiação e retomou novamente as questões. Nesse momento os alunos começaram a questionar o professor sobre o uso de aparelhos celulares, se realmente faz mal à saúde e como se proteger da radiação solar, como no trecho a seguir:

[...]

A1: Não sabia que usar celular pode fazer mal a saúde e principalmente que o uso do computador no colo pode levar a infertilidade em homens!

A2: Professor, para nos protegermos do sol devemos usar protetor solar e não ficar expostos das dez da manhã às dezesseis horas da tarde que o sol está muito forte? Só sei essas duas maneiras de proteção, tem mais alguma?

[...].”

Esses aspectos deixaram os estudantes mais atentos e interessados às questões abordadas.



# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

34

Ao final da primeira aula cada grupo de investigação estabeleceu o problema a que iriam investigar sobre o tema radiação. Os temas foram: “radiação nos aparelhos celulares”; dois grupos com o tema “radiação solar”; e “radiação em fornos de micro-ondas”. Durante acompanhamento das aulas que antecederam as atividades, notou-se que os estudantes sempre estavam muito dispersos e desinteressados, isso nos deixou um pouco receosos se iriam realizar as atividades propostas. Mas, na segunda aula, dois grupos trouxeram as questões a serem realizadas para a investigação e os outros dois grupos terminaram suas questões em sala de aula com auxílio do professor e pesquisadora. Segue algumas questões realizadas pelos estudantes:

- Quais doenças, além do câncer de pele, a exposição prolongada ao sol pode trazer ao ser humano?
- Dormir com o celular no travesseiro prejudica a saúde?
- A radiação do forno micro-ondas contamina os alimentos?
- Falar muito tempo no celular traz algum tipo de consequência para a saúde?

Observou-se que o estabelecimento de grupos e de um problema a ser investigado, além do planejamento de trabalho dos grupos proporcionou maior interesse e engajamento dos estudantes, como evidencia o trecho a seguir:

“A1: Professor, como eu posso perguntar? Podemos perguntar sobre câncer de pele?  
P: Pode! Vocês tem que pensar em relação ao problema que escolheram para investigar, se o problema de pesquisa de vocês é radiação solar, pensem em questões de como surgem esses problemas e como evitá-los.  
A2: Tá! Vamos então perguntar se a radiação faz mal à saúde, pode ser?  
A1: Isso! Outra coisa, só o protetor solar é bom? O que mais?  
[...].”

Em seguida, os estudantes foram submetidos à atividade da caixa preta. Foi possível verificar que todos os estudantes se interessaram e começaram a questionar sobre a atividade que a todo o momento o professor a relacionava com o conceito radiação. Por exemplo, o professor esteve o tempo todo questionando os estudantes para que investigassem o que havia dentro das caixas, fazendo suposições e hipóteses e que não poderiam abri-las, pois poderia ter algo relacionado à radiação dentro delas que poderia fazer mal à saúde. O professor

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

35

realizou essa relação com a radiação para que os estudantes realizassem investigações e a todo o momento estivessem refletindo, associando com o que já haviam aprendido do tema radiação deixando os estudantes mais curiosos e cautelosos. Na observação desta atividade percebeu-se que o professor não os questionou muito e sim eles passaram a questionar o professor demonstrando um maior engajamento entre alunos-alunos e alunos-professor.

A visita ao LAPPEM forneceu a possibilidade aos estudantes de conhecerem um universo diferente que é um laboratório de pesquisa proporcionando a eles uma outra forma de explorar seus conhecimentos. A pesquisadora do laboratório reforçou o que foi dado em sala de aula pelo professor dando exemplos de aplicações no laboratório sobre o tema radiação. Um desses momentos é ilustrado pela Figura 1.



Figura 1 – Pesquisadora do LAPPEM explicando aos estudantes o uso da radiação

As questões realizadas pelos estudantes em sala de aula tinham como objetivo serem realizadas no laboratório como forma de investigarem seus temas. Isso não ocorreu. Um dos fatores principais para a não realização das questões pelos estudantes pode ter sido a timidez, pois os estudantes saíram de sua zona de conforto que é a sala de aula e entraram em um ambiente desconhecido de um laboratório de pesquisa e ainda tinham como objetivo questionar a pesquisadora do LAPPEM. Outro fator pode ter sido o não costume de realizarem perguntas aos professores e sim terem o costume de os professores serem os questionadores, mas ao decorrer do diálogo realizado pela pesquisadora do laboratório, eles foram se

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

36

sentindo mais à vontade e ela começou a questioná-los sobre o tema radiação e sobre as investigações que iriam realizar, respondendo muitas das questões que os estudantes propuseram em sala de aula, como no trecho a seguir:

“Pesquisadora do LAPPEM: Estarmos expostos ao sol causa doenças na pele? Como podemos nos prevenir?... A radiação que estamos expostos devido ao prolongado uso do celular causa danos a saúde e o forno micro-ondas?”

A5: Sei que se usarmos protetor solar iremos nos proteger, mas com relação ao forno micro-ondas já não sei. Já ouvi falar que pode contaminar alimentos, mas não sei se é verdade.

A6: Eu também já ouvi isso.

Pesquisadora do LAPPEM: Os alimentos não fazem mal à saúde somente pelo fato de terem sido aquecidos no forno de micro-ondas. Isso já foi estudado por pesquisadores no mundo todo, como, o forno de micro-ondas não torna os alimentos radioativos. Ele produz um tipo de radiação que é absorvido pelas moléculas de água nos alimentos, mas que não deixa nenhum “resíduo” na comida. Isso faz com que as moléculas de água vibrem e produzam calor cozinhando o alimento.

Pesquisadora do LAPPEM: E o uso dos celulares?”

A2: Vimos um vídeo na sala de aula que dizia que os celulares poderiam causar doenças quando usado muito

Pesquisadora do LAPPEM: Hoje, temos muitas pesquisas sobre esse assunto, as mais recentes dizem que não há nenhuma evidência de riscos para a saúde das ondas de rádio produzidas por telefones celulares. Então, podem usar, mas não exagerem.

[...]”

Durante a visitação dos alunos ao laboratório, foi realizado um experimento com um selo criado no LAPPEM com formato de coração em que uma metade foi protegida e a outra foi exposta à luz azul. Os alunos observaram a degradação da metade do coração que foi submetida à luz. A parte exposta à luz perdeu sua coloração rosa conforme a Figura 2. Com esse experimento a pesquisadora chamou a atenção (Figura 3) para os riscos da exposição à radiação ultravioleta que pode ocasionar problemas em nossa pele e organismo como mencionado na transcrição abaixo:

“Pesquisadora do LAPPEM: Muitas dessas radiações são prejudiciais aos seres humanos e as que conseguem chegar à superfície da Terra são chamadas de ultravioletas. Elas podem ser classificadas em três tipos, de acordo com suas propriedades físicas e seus efeitos biológicos: UVA, UVB e UVC”.

A pesquisadora explicou-lhes que não usaria radiação ultravioleta na demonstração por questão de segurança, pois havia muitos estudantes no recinto. Consideramos essa explicitação de escolha metodológica uma vivência de uma conduta que é realizada diariamente na atividade de pesquisa do laboratório e que,

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

37

contribui para a tomada de atitude que os estudantes possam vir a ter quando for necessária a realização de atividades que seja preciso pensar em alternativas e continuar trabalhando na mesma.

Após a realização do experimento os estudantes começaram a questioná-la sobre os equipamentos presentes no laboratório e o uso deles.



Figura 2 – Selo disponível pelo LAPPEM demonstrando a incidência da luz azul e a degradação da cor rosa passando a se tornar branca.



Figura 3 – Pesquisadora demonstrando o selo degradado pela incidência da luz azul.

Os estudantes visitaram outras instalações do LAPPEM, como a sala Ótica e a Química, (Figura 4). A pesquisadora sempre relatando para os estudantes sobre como era feito um processo de pesquisa, como investigar, o que é ser um

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

38

investigador, demonstrando como são realizadas as escolhas metodológicas e caminhos de investigação em um laboratório de pesquisa. Apresentou objetos de segurança como jalecos, óculos de proteção, máscara de proteção, capela, etc. Ao fim da visita, um estudante esperou todos seus colegas saírem do laboratório e fez perguntas à pesquisadora sobre seu tema de pesquisa e sua investigação mostrando grande interesse pelo tema abordado. Observou-se que os estudantes possuíam receio tanto em realizar perguntas como em respondê-las. Novamente a ocorrência desse fato possa ter sido devido a timidez dos estudantes, ocasionando uma menor participação.



Figura 4 – Visita a sala da Química do LAPPEM pelos estudantes e explicação pela pesquisadora dos meios de segurança usados em laboratório

Os grupos de investigação já haviam estabelecido problemas a serem investigados e após a visita ao LAPPEM, eles tiveram como objetivo reunir o conhecimento que adquiriram durante as duas primeiras aulas com a visita ao laboratório. A partir disso, apresentariam na última aula da intervenção suas conclusões por meio de um trabalho expositivo para o restante da sala de aula. Nesta aula, dentre os quatro grupos de investigação, apenas um apresentou seus resultados. A foto abaixo foi tirada durante a apresentação desse grupo.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

39

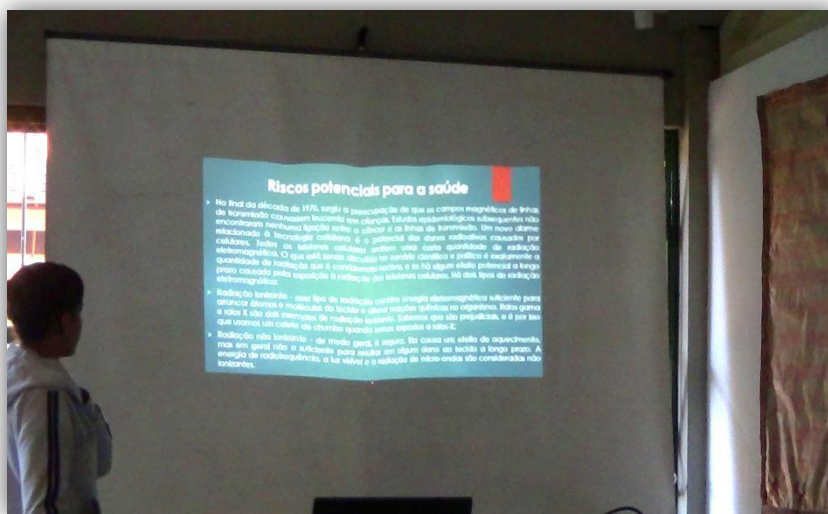


Figura 5 – Apresentação do trabalho sobre a radiação em telefones celulares

Ao longo de toda observação realizada em sala de aula, antes da intervenção e em alguns momentos dela, foi possível notar nos estudantes que eles não se sentiam à vontade quando era necessária a apresentação de algum trabalho. O professor relatou que os estudantes não possuíam o hábito e não era exigida por parte dos professores a apresentação de trabalhos e que era um fator que ainda precisava ser trabalhado.

Notamos que a exigência inicial, feita pelo professor, de realização de uma pesquisa em grupo, discussão, formulação, montagem e apresentação oral do trabalho foi cumprida parcialmente. Somente um grupo realizou a apresentação oral do trabalho. Discutiremos na seção seguinte os aspectos que influenciaram para este resultado.

O grupo que apresentou seus resultados de investigação tratava da temática sobre a radiação em aparelhos celulares. Percebemos que durante a apresentação, o grupo demonstrou grande preocupação com os riscos à saúde que a radiação em aparelhos de celulares possa trazer. Ao final da apresentação o professor fez o seguinte questionamento:

“P: Depois de todas as atividades realizadas em sala de aula, a visita ao LAPPEM e a realização da pesquisa, o que vocês concluem sobre a exposição da radiação no corpo humano?

A1: Ih, não sei...

Professor: Pensem em tudo que foi feito, todas as atividades desde o começo!

A2: Que sempre estamos expostos a radiação o tempo todo, igual vimos no laboratório o selo mudando de cor...

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

40

A1: Que não quer dizer que usando o celular, ele irá nos fazer mal.

A2: Devemos nos proteger mesmo em dias nublados!

[...].”

Notou-se que os alunos souberam relacionar que estão expostos à radiação de maneira geral, ou seja, através de aparelhos eletrônicos, alguns eletrodomésticos e a radiação ultravioleta e como se protegerem. Os alunos aprenderam o conteúdo por diferentes meios, como: vídeos, pesquisas, visita ao LAPPEM que melhorou o debate entre os próprios alunos auxiliando para que pudessem investigar sobre a temática e por fim para a apresentação de seus trabalhos. Isso demonstra que mesmo por pouco tempo de intervenção o potencial que uma atividade em CTS traz para o ensino.

Ao fim da intervenção foi pedido ao professor que relatasse sua avaliação sobre todo o processo realizado com seus estudantes.

“PE: Então, qual avaliação você faz da atividade?”

P: Bom, se eu for avaliar ela em termos de experiência, eu acho que foi sensacional, porque a oportunidade que eles (estudantes) vão ter de ir ao laboratório e ter atividades que misturam tanto a teoria em sala de aula com atividade prática no laboratório da universidade... muitos deles não terão mais essa oportunidade, então, eu acho que a atividade foi válida. Não acho que foi tempo perdido não! Muito pelo contrário”.

PE: Então, o que você espera com o desdobramento dessas atividades que você realizou (primeira atividade realizada sobre a rotina do cientista) é mudar a visão que os alunos têm do cientista?

P: Mudar ou melhorar, já que alguns alunos tem uma visão muito próxima. Não para falar que eles têm uma visão certa, até porque essa palavra é um pouco complicada. A gente não pode falar que isso é certo ou errado, a gente tem alguns apontamentos a fazer aos alunos, mas a minha ideia principal é essa, que eles tenham uma visão diferente tanto dos cientistas como da ciência!”

O professor, ficou um pouco relutante no começo, pois era necessária a todo o momento pedir autorização à direção da escola para que o processo ocorresse, mesmo assim, o professor se demonstrou entusiasmado desde o começo e disposto para que toda a atividade fosse realizada com sucesso.

Foi possível notar uma mudança de atitude do professor no decorrer das atividades, em que o mesmo se demonstrava cada vez mais disposto a realizá-las com seus estudantes. Durante a visitação ao laboratório, o professor demonstrou muito interesse sobre o assunto abordado, já que o uso de um laboratório de pesquisa como mediação no ensino também se torna novidade. A todo o momento realizava anotações em sua agenda e exigia dos alunos o mesmo. A maior percepção que observamos no professor foi a proposta de sua próxima atividade

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

41

(atividade que já vinha realizando ao longo do ano letivo); uma atividade que retomava todo o processo que foi construído com os estudantes, demonstrando como a atividade de ensino se transforma com o estabelecimento de um problema em que é necessário sua investigação. Segue a descrição:

“PE: Achei interessante que nessa atividade<sup>4</sup> você relacionou a visita do laboratório e propôs uma atividade de investigação aos alunos. Você já estava fazendo uma atividade investigativa com os alunos e chegamos com uma proposta de atividade que complementou a que já estava sendo feita. Você consegue perceber uma evolução dos alunos?

P: A primeira atividade foi mais para eu saber as ideias dos alunos não deu para eu ver uma evolução ainda, eu vou ver se teve a partir do momento que eles chegarem com a segunda atividade que bem ou mal eu torço para que eles consigam correlacionar um pouco daquilo que eles viram no laboratório, com as explicações que eles tiveram e do trabalho que tiveram para desenvolver o tema de radiação, do trabalho que foi proposto, que eles consigam absorver aquilo e tentar correlacionar e fazer essa atividade!”

Essa descrição mostra que professores quando estão dispostos a realizar mudanças e da tentar coisas novas enriquece suas aulas, enriquecendo também seu próprio conhecimento.

## 5.3 Limitações e Dificuldades de Desenvolvimento da Intervenção no Âmbito do CTS e do Ensino de Ciências por Investigação

Achamos necessário dedicar nossa atenção neste trabalho às dificuldades encontradas para o pleno êxito da intervenção. Acreditamos que as abordagens de Ensino de Ciências por Investigação e Ciência, Tecnologia e Sociedade constituem alternativas ao modelo tradicional de ensino. No entanto, as dificuldades encontradas para transformar o paradigma do ensino de ciências na atualidade são enormes e faz necessário se ater ao conteúdo das dificuldades com a finalidade de entendê-las e buscar sua superação. Neste sentido discutimos nesta seção o conjunto de dificuldades enfrentadas para realizar esta intervenção e as consideramos como um aspecto não menos importante dos resultados deste trabalho de monografia.

Muitas vezes, o professor é pressionado a cumprir um currículo com uma pequena carga horária, isso dificulta a realização de atividades fora da escola e com

---

<sup>4</sup> Atividade que dá continuidade a que o professor vem aplicando durante o ano letivo. Essa foi aplicada após a realização da intervenção.



# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

42

abordagens alternativas. Isso foi claramente observado e até mencionado pelo professor que afirmou que para uma atividade produzir um efeito que tenha um alto grau de aproveitamento o tema deveria ter sido abordado em no mínimo mais duas aulas, pois é um tema que tem uma abordagem ampla e os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio possuem pouco contato com a temática. Isso pode ser evidenciado pela transcrição a seguir:

“P: O tempo foi muito curto. Para eu saber... particularmente na minha visão como professor, foi proveitosa, só que acho que para que os alunos aprofundem um pouco mais, tenha mais,... assimilem mais a ideia, eu acho que precisava de um pouco mais de tempo e o fato da aula ser picada, acho que atrapalha bastante. Mas, foi a primeira atividade desse tipo dos alunos...  
[...]”

Outra limitação foi o não acompanhamento da turma desde o começo do ano letivo, já que ele foi realizado durante a disciplina Estágio Supervisionado IV e isso proporcionou um curto intervalo de tempo para a realização de uma intervenção no ensino por CTS.

Outro problema foi que houve grandes intervalos de tempo de uma atividade para outra devido a feriados e paralisações que ocorreram na escola deixando os alunos sem aula e atrapalhando o desenvolvimento da intervenção. Para além destas interrupções destacamos também a baixa frequência dos alunos nas atividades desenvolvidas como possível aspecto que tenha prejudicado o pleno êxito da intervenção. Percebeu-se que houve certa rotatividade de alunos durante o conjunto das aulas.

Por fim, a não conclusão de uma atividade em que os alunos produziram algo se envolvendo com o meio social em que o tema radiação seria discutido, ou seja, que realizassem uma cartilha ou qualquer outra forma de expor e informar pessoas ao seu redor. Essa atividade não foi possível concluir, mas foi possível realizar uma intervenção que se aproximasse de uma abordagem investigativa levando os alunos a uma maior interação, interesse e aproveitamento do conteúdo e das aulas.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÃO**

---

Procuramos analisar se as aulas baseadas nos princípios da educação CTS podem contribuir para o desenvolvimento de conceitos científicos, como a radiação. Os dados coletados na pesquisa e interpretados no decorrer do trabalho indicam que os estudantes demonstraram maior atenção pelo conteúdo a ser estudado, um fator que estimulou o interesse dos estudantes com o trabalho.

Analisamos uma intervenção que propunha, a partir dos pressupostos da abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade, usar o laboratório de pesquisas em ciências dos materiais como mediação no ensino do conceito de radiação. Investigamos como a realização de uma atividade investigativa transforma o processo de ensino e aprendizagem ao estabelecer como problema a exposição do corpo humano à radiação. A metodologia de ensino elaborada juntamente com o professor propunha uma visita ao laboratório de pesquisa de materiais na Universidade Federal de Ouro Preto como atividade investigativa.

Os resultados deste trabalho apontam que apesar do pouco tempo disponível para a realização da intervenção, foi possível observar uma evolução dos estudantes. Pudemos observar o interesse, momentos de engajamento e participação dos estudantes com a realização de uma intervenção que se aproximasse de uma abordagem investigativa e principalmente com a visita ao laboratório de pesquisa LAPPEM. A visita investigativa proporcionou uma nova forma de aprendizado favorecendo um aprofundamento nas discussões realizadas em sala de aula, mostrando os possíveis efeitos biológicos produzidos pela radiação advinda do telefone celular, forno de micro-ondas e pela radiação ultravioleta no ser humano, além de estabelecer mecanismos de proteção contra estes tipos de radiações. O objetivo foi promover discussões que favoreçam o desenvolvimento de atitudes como, por exemplo, decidir se é viável dormir com celulares ao lado da cama, ou utilizar protetores solares ao tomar banho de Sol. A experiência encorajou os estudantes a serem participativos e buscarem relações entre os conteúdos estudados e os fenômenos que ocorrem no cotidiano de cada um.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

44

Apesar dos bons resultados obtidos, também pudemos identificar alguns pontos que merecem atenção, como a limitação de tempo e grandes intervalos de tempo de uma atividade para outra devido a feriados e paralisações que ocorreram na escola, deixando os estudantes sem aula, impedindo que o tema fosse mais bem explorado. A baixa frequência dos alunos nas atividades dificultou o maior engajamento e desfecho da abordagem. Essa complicação, no entanto, é enfrentada pela maioria dos professores em quase todas as disciplinas. Decorre disto a não conclusão da atividade que envolvesse os estudantes com o meio social em que o tema radiação fosse discutido e que evidenciasse de forma mais clara a sua elevação de consciência.

Por fim, os dados que este trabalho oferecem trás perspectivas que podem ser utilizadas em salas de aulas podendo servir de projeção a trabalhos futuros e acreditamos que a estratégia de envolver temas de relevância social para promover o ensino com base nos pressupostos CTS da educação pode contribuir para o desenvolvimento de uma formação de um cidadão.

# O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

45

## REFERÊNCIA

AZEVEDO, M. C. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 1, p. 19-33, 2004.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS. **Borrador**, 1996a, n.13, p. 26-30.

ALVES, C, M, D. **Radiação e Saúde – ensino numa perspectiva CTS**. 2005. 294 f., il. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e da Química) – Universidade de Aveiro.

DE MATTOS, J. C. P. A radiação ionizante em benefício do homem. **Revista Eletrônica do Vestibular**, v. 20, p. 1-3, 2014.

DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal** – Dissertação de Mestrado, FE/USP – São Paulo, 1982.

DRIVER, R.; ASOKO, H; LEACH, J, MORTIMER, E; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. [tradução: Eduardo Motimer] **Química Nova na Escola**, n.9, p.31-39, 1999.

LIMA, M. E. C. C; MARTINS, C. M. C; MUNFORD, D. (Orgs.). **ENC – Ensino de Ciências por Investigação** – ENCI: Volume I, II e III. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008.

LÓPEZ, J. L. L; CEREZO, J. A. L.; Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. 1996. In: GARCÍA, M. I. G; CEREZO, J. A. L; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Editorial Tecnos S. A.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 5 nº 1, 2006.

MONTEIRO, R.D.S. **Uma proposta de abordagem do tema "radiação eletromagnética" baseada na proposta CTS de ensino**. 2011. 123 f., il. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)-Universidade de Brasília, Brasília 2011.

OLIVEIRA, F.F. **O Ensino de Física Moderna com enfoque CTS: uma proposta metodológica para o Ensino Médio usando tópicos de Raios X**. 2006. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PANOFSKY, C.; JONH-STEINER V.; BLACKWELL, P. J. O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: **Vygotsky e a educação: implicações**

O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO  
ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

46

pedagógicas da psicologia sócio histórica. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 245 – 260, 2002.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

REIS, P; GALVÃO, C. **Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores**. Investigações em Ensino de Ciências, Instituto de Física, UFRGS. Vol. 10, N. 2, junho de 2005.

RESQUETTI, S, O; FUSINATO, P, A; MURA, J. **RADIOATIVIDADE NO NÍVEL MÉDIO: proposta de uma sequência didática com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no movimento CTS**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 21, 2015. p. 1-8.

RODRIGUES JUNIOR, E; DICKMAN, A. G; HYGINO, C. B; LINHARES, M. P. Questões interdisciplinares com enfoque CTS: uma proposta para o ensino médio. **Latin - American Journal of Physics Education**, v. 8, p. 38-51, 2014.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science – technology – society (STS) education. **Science Education**, 1989. v. 73, n. 5, p.581-589.

SANTOS, W. L. P. MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem, C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SCHIMITBERGER, T. **Avaliação de dosímetro orgânico inteligente para aplicação em radioterapia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais)-REDEMAT, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, mar. 2011.

SOUZA, A, J; ARAUJO, M, S, T. **A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio**. *Educ. rev.* [online]. 2010, n.37, pp. 191-209. ISSN 0104-4060. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40602010000200012>>. Acesso em: 16 mai 2015.

VAZ, C. R; FAGUNDES, A. B; PINHEIRO, N. A. M. **O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (cts) na educação**: uma revisão. I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 2009. Disponível em:<[http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/1%20CTS/CTS\\_Artigo8.pdf](http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/1%20CTS/CTS_Artigo8.pdf)>. Acesso em: 25 jun. 2015.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2º Ed. 2009.

O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO  
ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

47

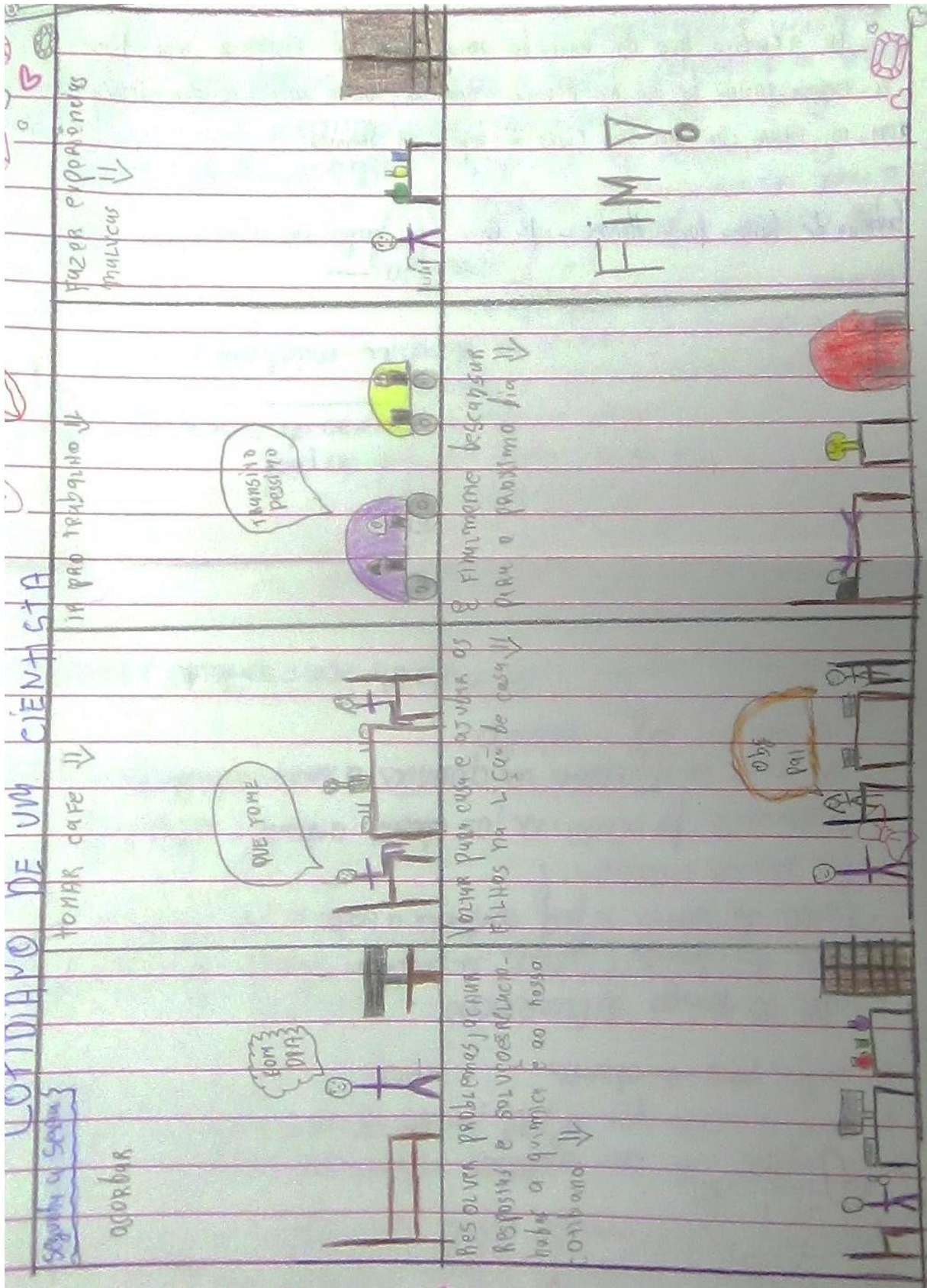
**ANEXOS**

As figura (a), (b) e (c) a seguir representam as atividades realizadas pelos alunos demonstrando em forma de história em quadrinhos o cotidiano de um cientista.

O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

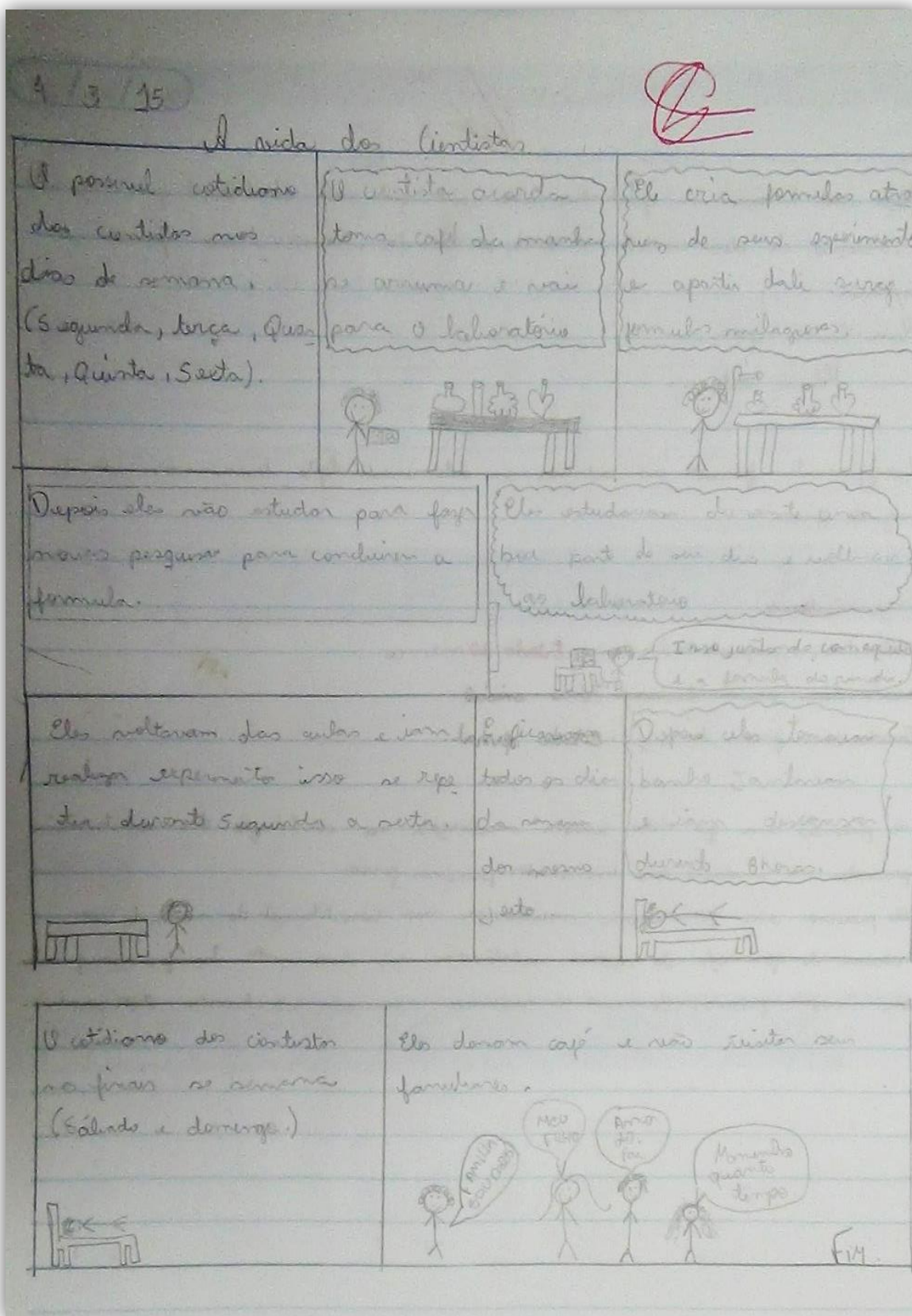
a)



O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

b)





O USO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA DE MATERIAIS COMO MEDIAÇÃO NO ENSINO DE RADIAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA CTS

Ariane Maria Arlindo de Souza

50

c)

